

## AZURITE, LE PREMIER FPSO FORAGE AU MONDE

**Grégoire LAVIGNOLLE**  
Chef de Projet – Doris Engineering

58 A Rue du dessous des berges

75013 PARIS FRANCE

### SOMMAIRE

L'industrie offshore est en constante évolution et la recherche de solutions innovantes et économiques doit être constamment à l'esprit des concepteurs afin de pouvoir répondre à la demande et faire face aux défis du monde moderne. Ce mémoire présente un développement de champ pétrolier marginal en offshore profond au large de la côte du Congo rendu économiquement possible par application d'un concept de « FPSO Forage ».

Le concept de FPSO qui combine les fonctions production, stockage et déchargement sur le même support flottant est aujourd'hui largement utilisé et de nombreux FPSO sont en opération dans le monde. Le concept FDPSO ou FPSO Forage a intéressé de nombreuses sociétés et acteurs du monde parapétrolier depuis des années et a fait l'objet d'études d'avant projet. Ces études ont permis de prouver la faisabilité et l'intérêt du concept et d'identifier une piste possible pour optimiser les coûts d'un développement de champ pétrolier marginal en grande profondeur. En effet le nombre limité de puits à forer dans le cas d'un champ marginal rend la mobilisation d'un Rig de forage difficile et même incompatible avec les contraintes budgétaires. Un autre intérêt est de pouvoir mener en parallèle les opérations de forage et de production et d'optimiser le planning du développement avec un retour rapide sur investissement. Le concept de FDPSO n'avait jamais été développé à ce jour et le projet Azurite constitue une première mondiale en ce sens.

### SUMMARY

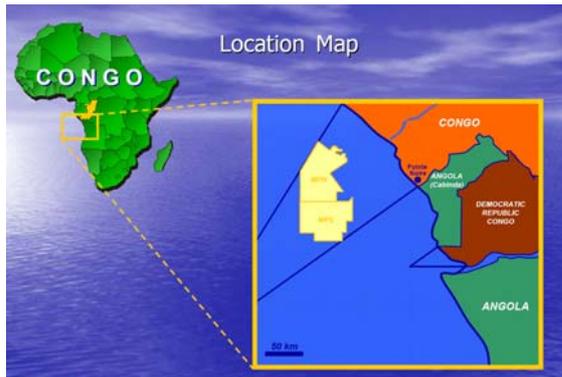
The offshore industry is in continuous evolution and the designer must investigate and develop innovative and cost effective solutions in order to satisfy the market demand and follow the evolution of the modern world. This report presents the development of a marginal deep water oil field offshore the Republic of Congo which has been made viable economically by selection of a concept of "Drilling FPSO".

The FPSO concept which combines on the same floater the functions of Production, Storage and Offloading facilities is today largely selected for offshore oil and gas development and a large number of FPSO are in operation all over the world. Many companies of the oil and gas sectors have shown a strong interest for the FDPSO concept (Drilling FPSO) since years and have developed conceptual and pre-projects studies. The feasibility of this concept has been demonstrated and also that it was a possible way to optimise the development costs for a marginal field in deep water. Mobilising a drilling rig is actually a challenge and not economically viable for a marginal field due to the limited number of wells to drill. Another advantage is the possibility to conduct in parallel production and drilling operations with acceleration on the execution planning and a quicker return on the investment. The FDPSO concept had never been developed so far and the Azurite project constitutes a world premiere.

# 1. INTRODUCTION

## 1.1. Présentation du projet Azurite

Le champ Azurite est un champ marginal situé à environ 140 Kms au large de Pointe Noire République du Congo sur une concession opérée par Murphy Oil Corporation en association avec SNPC (Société Nationale des Pétroles Congolais).



La profondeur d'eau sur le site est de 1400 m et le profil prévu de production est indiqué sur la figure ci après avec une production principalement de pétrole et une petite part de gaz naturel

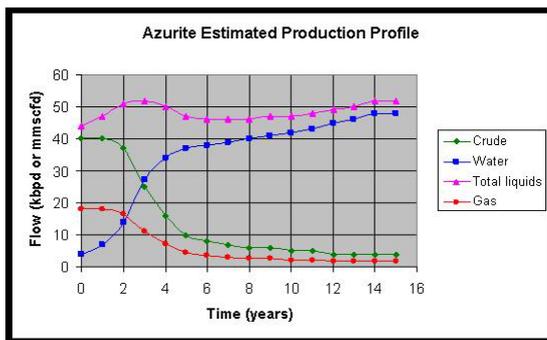
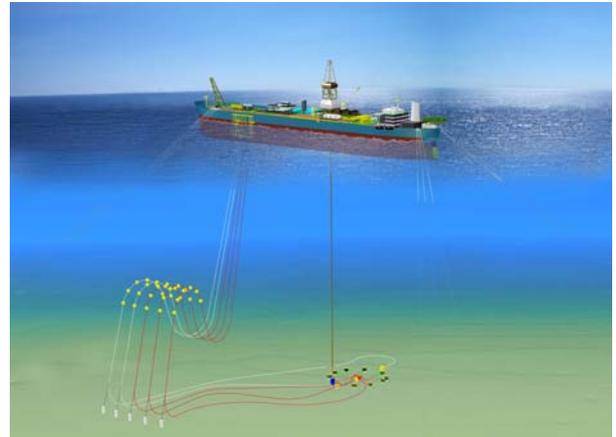


Figure 6-1 Fifteen-Year Estimated Production Profile

Ce diagramme est typique d'un champ marginal avec un plateau de production court (2 à 3 ans) qui baisse rapidement ensuite. Le gaz naturel produit est utilisé pour la génération électrique (alternateurs couplés sur turbines à vapeur alimentées par des chaudières).

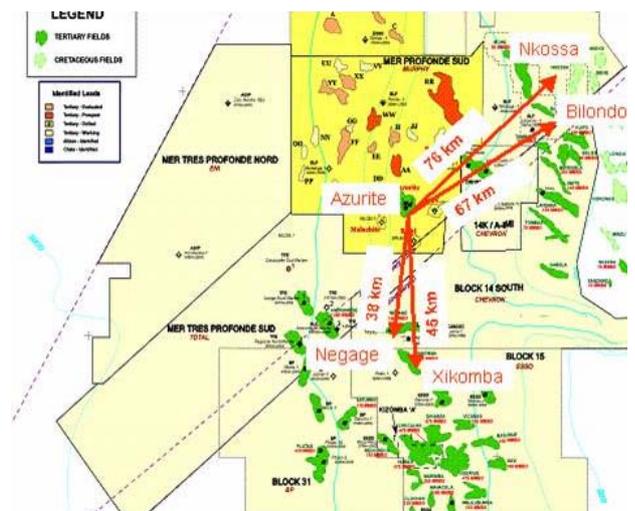
Le schéma de développement qui a été retenu pour le projet Azurite est illustré ci-dessous



Le développement est basé sur un FDPSO (FPSO Forage) ancré sur mouillage à lignes tendues. Le FDPSO est connecté aux puits producteurs et injecteurs sous marins par conduites flexibles.

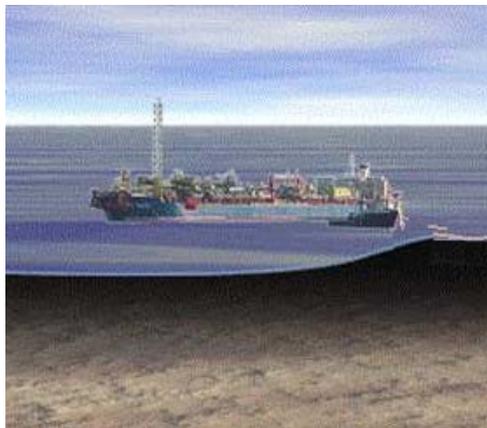
Le concept FDPSO a été sélectionné suivant des critères technico-économique et d'exécution du projet après comparaison avec les trois alternatives suivantes

- Exportation de la production brute non traitée par conduite sous marine vers une unité de production existante en opération au Congo ou pays voisins suivant l'illustration ci-dessous.

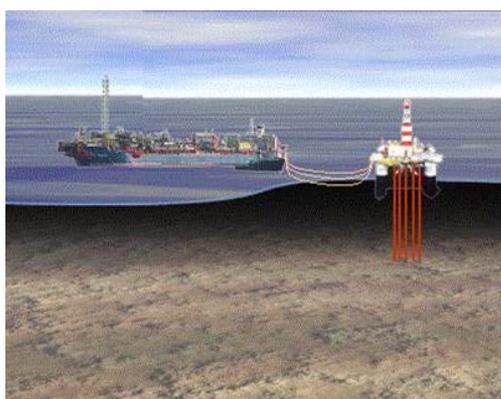


Ce schéma n'a pas été retenu vu les grandes distances entre le champ Azurite et les installations les plus proches.

- FPSO et unité de forage flottant : ce schéma est classique pour le développement d'un champ en grande profondeur au large de l'Afrique de l'Ouest,



- FPSO et support flottant ancré (type Plate-forme a lignes tendues ou Spar) pour le forage et les tête de puits,



Le concept FPSO Forage s'est avéré parfaitement adapté au projet Azurite et permettant seul de satisfaire les contraintes budgétaires et les dates d'exécution très serrées définies par la direction de Murphy Oil Corp.

La décision de sélectionner le FDPSO a été largement motivée par les coûts prohibitifs et l'indisponibilité des unités de forage en 2006 pour une campagne de forage en grande profondeur limitée à seulement 10 puits.

Les caractéristiques principales du FDPSO Azurite sont résumées dans le tableau ci-dessous.

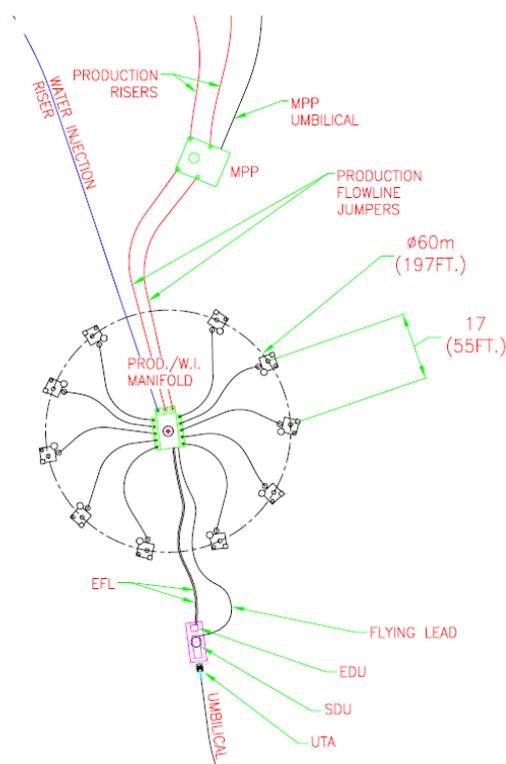
Longueur Hors Tout	330 m
Largeur	56 m
Mouillage	12 lignes tendues mixtes chaînes/polypropylène de 2000 m de longueur environ,
Ancres	12 à Succion
Capacité de stockage	1.3 Millions de barils de pétrole brut
Capacité d'export	1 Millions de barils de pétrole brut en 24 h
Capacité de traitement / jour	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60,000 Barils de liquide mélange eau/huile</li> <li>• 40,000 Barils de pétrole</li> </ul>
Injection eau	60,000 Barils par jour à 170 bar
Pompes sous marines	2 pompes sous marines triphasique, de débit 35,000 Barils/j chacune
Conduite flexibles	2 conduites de production diamètre 8'' 1 conduite pour l'injection eau de diamètre 6''
Puits	6 producteurs et 3 injecteurs et un optionnel producteur ou injecteur avec tête de puit et arbre de Noël sous marin
Derrick	Poids 400 T, charge au crochet 550 T, hauteur 65 m

Le système de production sous marins est classique pour un champ pétrolier en grande profondeur et comprend :

- 10 puits disposés sur un cercle de rayon 30 m (6 producteurs, 3 injecteurs, 1 optionnel producteur ou injecteur)
- Un manifold collecteur central connecté aux puits par conduites flexibles,
- Deux pompes triphasiques sous marines (MPP) connectées au FDPSO par ombilical pour l'énergie et le contrôle,
- Deux conduites sous marines flexibles pour envoyer la production des puits producteurs vers le FDPSO via les pompes sous marines,

- Une conduite sous marine flexible partant du FDPSO vers le manifold pour injecter l'eau dans le réservoir pour augmenter la productivité,
- Un ombilical pour le contrôle, l'injection des produits chimiques et la fourniture d'énergie vers les puits.

Le schéma ci-dessous illustre cette description.



**Schéma de développement sous marin**

## 1.2. Les avantages du concept FDPSO

Le concept FDPSO a été une solution attractive pour le développement du champ Azurite pour les raisons suivantes:

- Le concept est parfaitement adapté pour les conditions d'environnement et la configuration des puits dans une zone limitée (cercle de diamètre 60 m), chaque puit pouvant être atteint pour le forage avec un déplacement limité du FDPSO en surface,
- Le FDPSO peut être ancré dans l'axe de la houle de direction prédominante (Sud Ouest),
- Des revenus rapides peuvent être réalisés avant la fin de la campagne de

forage et l'installation complète des installations sous marines,

- Le loyer pour la location du FDPSO reste très inférieur à ceux anticipés pour les autres schémas de développement considérés,
- L'acquisition de données sur la performance du réservoir pendant le développement est possible et ceci permet une meilleure optimisation du développement sous marin,
- La possibilité de repositionner le FDPSO sur un autre champ permet de réduire le risque en cas de moindre rendement du réservoir et de revenus plus faibles que prévu.

## 1.3. Contenu du mémoire

Ce mémoire résume les problèmes spécifiques liés au concept FDPSO qui ont été résolus pour réaliser l'intégration des unités de production, stockage et déchargement du pétrole brut et une unité de Forage sur le même support flottant, en l'occurrence un pétrolier converti et ancré en grande profondeur en pleine mer.

Deux sujets majeurs ont ainsi été au centre des préoccupations de l'équipe de projet et sont développés ci après :

- en premier lieu la maîtrise des risques spécifiques au concept et la sécurité des personnes et des biens et la préservation de l'environnement,
- les problèmes liés à l'intégration des systèmes de forage sur un FPSO.

## 2. RISQUES SPECIFIQUES LIES AU CONCEPT FDPSO

### 2.1. General

Le fait de combiner les fonctions production, stockage et forage sur le même support flottant crée de nouveaux risques pour les personnes et les biens et augmente les risques par rapport à des unités plus conventionnelles pour lesquelles les fonctions production ou forage sont séparées.

Ces risques ont été identifiés, analysés, quantifiés et les mesures de prévention définies afin de limiter les conséquences d'accident à

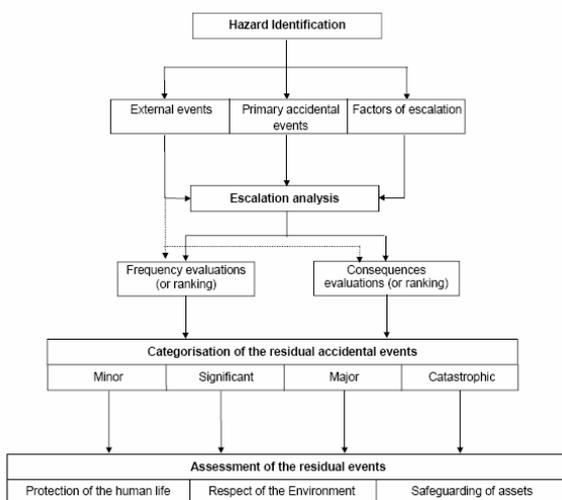
des niveaux acceptables suivant les standards de l'industrie. Il s'agit en particulier de:

- Des scénarios d'accident en opérations simultanées forage et production,
- Scénario d'incident ou accident connu qui peuvent avoir des conséquences potentiellement plus graves sur un FDPSO,
- Problématique d'évacuation et préservation de la vie humaine en mer plus complexe,
- L'impact sur l'environnement

La bonne maîtrise des risques spécifiques a été une condition nécessaire pour le succès du projet et passe par les étapes suivantes :

- Identification et analyse des risques,
- Quantification des risques
- Définition des mesures de prévention des risques,
- Attention continue pour les études sécurité avec une approche « intégrée » production/forage des problèmes liés à la sécurité,

Le schéma ci-dessous illustre le processus suivi pour maîtriser les risques.



## 2.2. Identification des risques

La méthodologie utilisée pour identifier les risques est régulièrement utilisée dans le cadre des projets pétroliers et consiste à organiser une revue impliquant des spécialistes couvrant la totalité des métiers et disciplines concernées.

Ce type de revue est connu sous l'abréviation anglaise HAZID (Hazard Identification). La revue est dirigée par un spécialiste dans la conduite de ce type de revue.

Les risques majeurs et spécifiques identifiés pour le FDPSO sont les suivants :

- Risque d'accident par explosion d'un nuage de gaz dans la zone forage,
- Risques pour le personnel dans la zone forage en cas d'accident sur le FDPSO et moyens d'évacuation,
- Scénario d'accident éruptif incontrôlé pendant le forage et risques pour les systèmes FDPSO,
- Feu dans zone forage et risque de propagation vers le pétrole stocké dans la coque du FPSO,
- Risques pendant les phases transitoires installation, forage, complétion et démarrage de la production,
- Risques liés aux opérations simultanées (forage, préparation pour démarrage, production, exportation).

## 2.3. Quantification des risques

Une analyse risque/conséquence a été menée pour identifier les risques majeurs auxquels il s'agit de donner la priorité. Un tableau à deux entrées (probabilité d'apparition et conséquence) est utilisé. Un risque à faible conséquence et faible probabilité sera ignoré par opposition à un risque à forte probabilité et/ou à forte conséquence. Les conséquences peuvent porter sur la sécurité des personnes, des biens ou sur l'environnement.

Le tableau typique ci-dessous illustre l'analyse probabilité/conséquence suivie pour classer les risques. Les risques majeurs sont identifiés en rouge.

		<b>Consequence Rating</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

	1	1	2	3	4	5
Likelihood Rating	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

Les risques majeurs identifiés par cette méthode pour le FDPSO Azurite sont listés ci-dessous en ordre d'importance décroissante. Les valeurs sélectionnées des facteurs conséquence et probabilité d'apparition sont indiqués entre parenthèse. Il faut noter que ces valeurs ne proviennent pas d'une analyse déterministe mais dérivent de l'expérience et sont donc subjectives:

- Exposition du personnel présent dans la zone forage en cas d'accident (conséquence 5, probabilité 4),
- Feu dans la zone Forage (Conséquence 4, probabilité 4),
- Perte de contrôle en opération simultanées forage/Production (Conséquence 4, probabilité 4),
- Présence de gaz dans la zone forage en particulier dans la Moon pool (Conséquence 5, probabilité 3),
- Eruption incontrôlée lors du forage (Conséquence 5, probabilité 2),

Les risques majeurs concernent les personnes.

## 2.4. Prévention des risques

Chaque risque majeur identifié suite à la méthode exposée ci-dessus est étudié afin de quantifier les conséquences. Des mesures de réduction de ces conséquences sont définies lorsque celles-ci sont jugées trop élevées. Le risque est ensuite réévalué en tenant compte des mesures d'atténuation des conséquences et le processus réitéré jusqu'à ce que le niveau de risque soit jugé acceptable.

### 2.4.1. Risques pour les personnes

Les risques pour les personnes associés à toutes les phases y compris les phases initiales d'installation et de démarrage doivent être contrôlés et maîtrisés. Les

quatre phases suivantes ont été considérées.

- Phase de pré démarrage : Cette phase de courte durée couvre les activités avant le démarrage des installations en particulier l'installation des lignes d'ancrage. Le risque est en fait très faible car cette phase est de courte durée.
- Phase de forage : Cette phase est prévue durer environ 11 mois et c'est pour cette phase que l'on attend le risque le plus élevé considérant le nombre élevé de personnes à bord (136 personnes). Le risque lié au cas de feu et d'explosion est identifié comme le plus sérieux.
- Phase d'opérations simultanées : Les cas d'accident durant les opérations simultanées cumulent les cas d'accident de production et forage avec néanmoins une probabilité d'apparition plus faible. Les systèmes de secours ont été évalué indépendamment pour les opérations de forage et de productions.
- Phase de production Cette étude correspond à l'étude normalement effectué pour un FPSO et est bien maîtrisée.

Une étude d'évacuation, refuge temporaire et sauvetage est menée afin d'analyser de manière systématique et compréhensive les effets d'accidents sur la capacité des systèmes de sauvetage et d'évacuation à remplir leurs fonctions. Cette étude a montré que tous les systèmes de secours installés sur le FDPSO Azurite remplissent les critères de survie et sont donc adaptés pour leurs fonctions.

### 2.4.2. Feux et explosion

Les cas possibles de feu et d'explosion sont évalués ainsi que les risques de propagation à d'autres installations et équipement sur le FDPSO Azurite pour les quatre phases citées ci-dessus. Les conclusions de l'étude pour les 4 phases du projet sont résumées ci-après.

- Phase de pré démarrage : Le risque est très faible vu la courte durée et l'absence de sources de feu ou explosions.
- Phase de forage : Plusieurs scénarios d'accident sont étudiés:
  - feux en nappes dans la zone forage,
  - explosion dans la Moon Pool,
  - feu en nappe sur la mer suite à une rupture du riser de forage,
  - Eruption incontrôlée du forage
- Phase de production : Plusieurs scénarios d'accident sont étudiés:
  - feux de jet provoqués par une large fuite dans les tuyauteries ou équipements situés sur le pont du FDPSO,
  - feux de jet provoqués par une petite fuite dans une section isolée mais pouvant provoquer des dommages aux navires et aux équipements à proximité à cause de la longue durée potentielle de la fuite,
  - Feu en nappe causé par une fuite à partir de la nappe de tuyauterie située sur le pont du FDPSO,
  - Large fuite de gaz dans la zone procédé avec un nuage de gaz important poussé par le vent vers les routes d'évacuation et la zone vie,
  - explosion dans diverses sections du FDPSO,
  - feu en nappe sur la mer du à une rupture moyenne ou large du flexible de chargement,
- Le quartier d'habitation constitue le refuge ultime et est pourvu de protection passive anti feu,
- Des routes d'évacuation alternatives ainsi qu'un abri temporaire existent à la proue du FDPSO,
- Des inspections périodiques et des exercices d'évacuation seront organisés régulièrement afin de s'assurer que les routes d'évacuation sont libres de toute obstruction,
- Les mesures suivantes sont prises afin de réduire les risques et contrôler les effets en cascade résultant du feu ou de l'explosion :
  - Protection par system de déluge eau,
  - Système d'arrêt d'urgence et de contrôle de production,
  - Système de détection feu et gaz,
  - Système de dépressurisation automatique des systèmes de production.
- Considérant le risque potentiel de feu en nappe sur la mer et les conséquences possibles d'une rupture du flexible de chargement, les mesures suivantes ont été adoptées pour contrôler les risques pendant les opérations de déchargement:
  - Une veille permanente au niveau du pont arrière et au niveau des équipements de déchargement,
  - Le veilleur en poste à la station de chargement située sur le pont à la proue du FDPSO sera en contact radio permanent avec le personnel en salle de contrôle située dans les quartiers à l'arrière pendant l'opération de transfert de pétrole brut vers le pétrolier d'export. Cette opération est en

Les dispositions principales suivantes ont été adoptées comme suite aux résultats de l'analyse :

- Un plan de réponse est mis en place par l'opérateur Murphy Oil Corp. Celui-ci est activé en cas de crise ou accident majeur
- Des exercices d'évacuation réguliers sont effectués suivant les scénarios d'accident identifiés,

- pilotée depuis la salle de contrôle,
  - Un système de déconnexion avec obturateur sera installé sur le flexible de chargement afin d'éviter les fuites d'huile suite à une rupture du flexible.

## 2.5. Cas de sécurité intégré

Un cas d'étude sécurité pour le FDPSO Azurite intégrant les systèmes du forage et d'un FPSO a été élaboré en prenant en compte les quatre phases d'opération. Cela revient à adopter une approche globale pour les problèmes de sécurité afin de bien maîtriser les risques spécifiques au FDPSO et les interfaces.

Cette approche a été nécessaire et le cas d'étude élaboré a permis de démontrer que :

1. Les systèmes de contrôle et de direction de l'hygiène, la sécurité et l'environnement utilisés par l'entrepreneur responsable du forage et celui utilisé par l'entrepreneur responsable du FPSO sont compatibles et peuvent être combinés pour contrôler les risques pendant la conception et les phases opérationnelles du FDPSO.
2. Les risques pouvant causer des accidents majeurs ont bien été identifiés, évalués et des mesures adaptées sont mises en place pour réduire les conséquences à des niveaux aussi bas qu'il est raisonnablement possible suivant les critères acceptés par l'industrie.

## 3. INTEGRATION DU FORAGE SUR UN FPSO

### 3.1. Les équipes de projet

Les équipes de projet et de forage travaillent généralement en parallèle sans interférence ni proche collaboration lors des phases d'ingénierie et de construction. Les foreurs ont traditionnellement une approche plus

opérationnelle que conceptuelle et interviennent lorsque la conception et bien souvent aussi la construction sont terminées. On note donc des cultures très différentes dans l'approche et la résolution des problèmes.

Une approche différente a été mise en place pour le projet Azurite car l'implication des foreurs dans la phase de conception a été rendue nécessaire pour appréhender correctement les problèmes et garantir l'intégration du forage et le succès du projet. Cela a impliqué:

- Une participation active des foreurs dans la phase ingénierie,
- L'identification et la maîtrise des risques et les problèmes de sécurité spécifiques au concept,
- Le renforcement du contrôle et de la maîtrise des interfaces,
- Une coordination précise des travaux sur le chantier de conversion

### 3.2. Maîtrise des interfaces

La maîtrise des interfaces est toujours une activité critique sur les projets pétroliers et cela a été particulièrement le cas pour le projet Azurite avec le développement d'un nouveau concept. L'interaction étroite entre le forage et la production au niveau de la sécurité et de la conception de l'installation a exigé une attention particulière pour la coordination des études et de la construction. Les mesures principales adoptées pour le bon contrôle des interfaces sont listées ci-dessous :

- Equipe de gestion des interfaces dans l'équipe client / opérateur en liaison constante avec un point de contact nommé dans chaque équipe,
- Mise en place d'un réseau de communication efficace et une base documentaire virtuelle centralisée accessible par internet pour parer aux problèmes de communications dus aux grandes distances géographiques entre les acteurs (Houston Texas, Singapour, Paris, Bergen ...),
- Organisation de sessions régulières de revue d'interface avec tous les acteurs présents,

- Organisation de réunions mensuelles d'interface entre deux acteurs (Forage et FPSO, systèmes sous marins et FPSO, flexibles et FPSO),
- Mise en place d'une procédure formelle de contrôle des interfaces afin de permettre le contrôle des échanges d'informations, le suivi de l'avancement et provoquer l'engagement des parties à échanger et à transmettre les informations, et à respecter les dates mutuellement acceptées pour ces émissions.

### 3.3. Intégration des systèmes de forage sur le FPSO

#### 3.3.1. Ingénierie

Comme décrit ci avant, l'imbrication étroite des systèmes de forage et de production a nécessité une étroite collaboration des équipes de projet afin de résoudre les problèmes techniques et en particulier d'accès et sécurité.

#### 3.3.2. Intégration aux chantiers Keppel Singapour

La réalisation d'un FPSO est un gigantesque assemblage qui se réalise en quelques mois aux chantiers navals de conversion en l'occurrence pour le FDPSO Azurite aux Chantiers Navals Keppel Benoi à Singapour.

La première phase consiste à réparer et reconditionner la coque du navire (1500 T d'acier ont été remplacées sur le navire Europe pour le préparer à la conversion en FDPSO Azurite) et dure environ 8 mois suivi de la conversion proprement dite qui dure jusqu'au départ du FPSO des chantiers.

Les unités de production, utilités et forage sont disposées en modules sur le pont du FPSO. Ces modules sont construits et assemblés sur des chantiers différents et livrés totalement intégré pour installation sur le FDPSO. La phase d'installation aux chantiers ne dure que 3 à 4 mois et consiste en un gigantesque assemblage qui demande une préparation attentive et une coordination précise pour éviter les conflits et problèmes contractuels entre les

parties, garantir la sécurité, gérer les interfaces et maintenir le planning.

La figure ci-dessous montre l'arrangement des modules sur le pont du FDPSO avec figurés en vert les modules de forage et en bleu ceux de procédé et utilités. Cette figure illustre le nombre de colis à installer en un temps très court sous la responsabilité de divers entrepreneurs.



La figure qui suit schématise l'organisation et les responsabilités respectives des parties impliquées dans les travaux de conversion du FDPSO et les relations entre les acteurs principaux:

- A Houston Texas, Murphy Oil Corp avec le support de Doris comme client final et opérateur,
- A Singapour, Prosafe Production responsable de la fourniture du FDPSO et de son opération une fois sur site,
- A Singapour, Keppel Shipyard sous traitant de Prosafe Production pour les activités de réparations et conversion du FDPSO,
- En Malaisie, Kencana yard sous traitant de Prosafe Production pour la construction des modules procédés et utilités,
- A Houston Texas, Nabor entrepreneur responsable de la fourniture des équipements de forage et des opérations de forage,
- A Singapour, DNV en charge de la classification et la certification (non mentionne sur la figure).

Cette figure montre clairement la complexité de la conversion du FDPSO Azurite.



La réussite de cette intégration a nécessité :

- Une gestion rigoureuse des plannings, de la logistique et des séquences d'installation sur le chantier,
- Un contrôle rigoureux des activités afin de maîtriser la sécurité (système de permis de travail aux chantiers Keppel à Singapour, contrôle des accès et autorisation, stage sécurité etc.)
- Des réunions fréquentes de coordination pour assurer une bonne gestion des interfaces,
- Un engagement des acteurs pour un même objectif de réussite,
- Une gestion contractuelle rigoureuse.

### 3.4. Maîtrise des opérations simultanées

La maîtrise des opérations simultanées a constitué un défi pour les équipes de construction et d'opération et a pu être relevé grâce à :

- Un travail de préparation démarré dès le début du projet et bien avant le début des activités de construction et d'opération,
- Des réunions régulières entre les acteurs,
- Une analyse rigoureuse des risques et des mesures à mettre en place pour atténuer les conséquences de ces risques,
- La mise en place d'une organisation avec ligne de commandement claire pour les différentes phases du projet,

- Un système de permis de travail sur le chantier et sur le FDPSO en opération sur site,
- Des procédures de sécurité en place et connues de tous,
- Des stages de formation à la sécurité pour tout le personnel impliqué,
- Des exercices d'évacuation réguliers.

## 4. CLASSIFICATION ET CERTIFICATION

Comment traiter l'aspect forage a été un sujet de discussions avec l'organisme de classification sélectionné, DNV dès le début du projet. En effet des codes existent pour traiter le cas FPSO ou celui d'Unité de Forage mais aucun pour l'ensemble intégré. Un accord a été trouvé très tôt sur l'étendue de la prestation et la certification/classification de la partie forage et les notations de classe et certification à adopter afin de satisfaire la réglementation.

Une collaboration très étroite avec DNV a été développée et un suivi continu maintenu afin de trouver les solutions adaptées aux problèmes nouveaux découverts en cours de projet. Cela a été une condition essentielle pour d'obtenir l'accord final de DNV et les certificats requis pour la classe et par la réglementation internationale et Congolaise.

Le FDPSO Azurite est classe :

- pendant forage ☒ OI Ship Shaped, Drilling, Oil Production, Storage, Installation and Posmoor
- Après forage ☒ OI Ship Shaped, Oil Production, Storage, Installation and Posmoor

La prestation de DNV a couvert:

- La vérification de la conformité de l'ingénierie suivant le code DNV code Offshore Service Spécification DNV-OSS-102 April 2007,
- Le suivi des travaux de réparation et de conversion du navire,
- La certification de la conception des modules pour les aspects intégrité structurelle et sécurité,
- Vérification de la conception et fabrication des équipements de forage

en relation avec la classe et la sécurité et le code MODU (Mobile Offshore Drilling Unit) dans la mesure de son applicabilité,

- Emission des certificats requis par la classe et la réglementation internationale.

## 5. CONCLUSION

Comme il a été montré ci dessus, l'anticipation, l'analyse et la maîtrise des problèmes de sécurité et d'interface ainsi que l'approche intégrée sont les points clés qui ont permis la réussite du projet Azurite.

Une implication et mobilisation continue de tous les acteurs a aussi été indispensable pour résoudre les problèmes nouveaux rencontrés sur ce projet innovant.

On peut tirer les conclusions suivantes du Projet Azurite :

- Les risques spécifiques dus a la combinaison de FPSO « Production, Storage, Offloading » et Forage « Drilling » peuvent être maîtrisés et limités a des niveaux acceptables pour les opérations grâce a des mesures de prévention adaptées,
- Un FDPZO peut être une solution économique pour un développement d'un champ pétrolier marginal en grande profondeur,
- Un planning court dit « fast track » est rendu réalisable par l'adoption du concept,
- Les opérations simultanées Forage/Production peuvent être conduites de manière satisfaisante sous réserve de bien maîtriser les risques et de mettre en place une organisation adaptée et un contrôle rigoureux des activités menées en parallèle,
- L'intégration du Forage est la clé du succès.

## 6. QUELQUES PHOTOS

Le navire super tanker VLCC MT Europe construits aux chantiers navals Hundai en 1985 vu avant sa conversion:



Le FDPZO en chantier de conversion aux chantiers Keppel a Singapore



Avril 2008



Avril 2008



Juin 2008



Août 2008



Octobre 2008



En route vers le site Février 2009



En opération sue le site Aout 2009



## 7. REFERENCES

Pas de references.